



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 40110—2021/ISO 14706:2014

---

## 表面化学分析 全反射 X 射线荧光光谱法 (TXRF) 测定硅片表面元素污染

Surface chemical analysis—Determination of surface  
elemental contamination on silicon wafers by total-reflection  
X-ray fluorescence (TXRF) spectroscopy

(ISO 14706:2014, IDT)

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 缩略语 .....	2
5 原理 .....	2
6 仪器设备 .....	2
7 试样制备及其测量环境 .....	2
8 校准参考物质 .....	3
9 安全性 .....	3
10 测量程序 .....	3
11 结果表达 .....	4
12 精密度 .....	5
13 测试报告 .....	5
附录 A (资料性) 参考物质 .....	6
附录 B (资料性) 相对灵敏度因子 .....	7
附录 C (资料性) 参考物质制备 .....	10
附录 D (资料性) VPD-TXRF 法 .....	13
附录 E (资料性) 掠射角设置 .....	14
附录 F (资料性) 国际实验室间试验结果 .....	17
参考文献 .....	20

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件等同采用 ISO 14706:2014《表面化学分析 全反射 X 射线荧光光谱法(TXRF)测定硅片表面元素污染》。

与本文件中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 25915.1—2010 洁净室及相关受控环境 第 1 部分：空气洁净度等级(ISO 14644-1:1999, IDT)

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国微束分析标准化技术委员会(SAC/TC 38)提出并归口。

本文件起草单位：中国计量科学研究院、华南理工大学。

本文件主要起草人：王海、张艾蕊、王梅玲、任丹华、徐昕荣、范燕。

## 引 言

本文件是为了测量硅片表面元素污染的需要而制定的,它是在 ASTM F1526、SEMI M33 和基础半导体技术发展研究所(Institute of Basic Semiconductor Technology Development)发布的一个 UCS (Ultra-Clean Society,超洁净学会)标准化文件的基础上制定而成的。

TXRF 需要利用参考物质来做定量分析。原子表面密度低于  $10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> 的有证参考物质难以获得。即使能够获得,从环境引入的污染也可能会缩短这些参考物质的有效期。

出于校准目的,相关分析实验室都将需要制备和分析 TXRF 参考物质。因此,需要分别制定 TXRF 测量程序和参考物质制备两个标准化文件。本文件为前者,即关于 TXRF 测量程序的标准化文件。

# 表面化学分析

## 全反射 X 射线荧光光谱法(TXRF)

### 测定硅片表面元素污染

#### 1 范围

本文件描述了测量经化学机械抛光或外延生长的硅片上表面元素污染的原子表面密度的 TXRF 方法。

本文件适用于以下情形：

- 原子序数从 16(S)到 92(U)的元素；
- 原子表面密度介于  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> ~  $1 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>2</sup> 之间的污染元素；
- 采用 VPD(气相分解)样品制备方法得到的原子表面密度介于  $5 \times 10^8$  atoms/cm<sup>2</sup> ~  $5 \times 10^{12}$  atoms/cm<sup>2</sup> 之间的污染元素(见 3.4)。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 14644-1 洁净室及相关控制环境 第 1 部分:空气洁净度等级(Cleanrooms and associated controlled environments—Part 1: Classification of air cleanliness)

#### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1

##### **全反射 total reflection**

掠入射 X 射线辐照到一种具有较大 X 射线光密度的介质时,在两种介质边界处发生的完全反射。

注:硅片对于 X 射线的折射率小于 1。以小的掠射角入射到硅片表面的 X 射线会在硅片表面发生全反射,此时反射的角度等于掠射角。

##### 3.2

##### **掠射角 glancing angle**

样品表面平面与包含入射到样品表面的 X 射线的虚拟平面之间的夹角。

##### 3.3

##### **临界角 critical angle**

样品基体 X 射线荧光强度与掠射角曲线图中第一个拐点处对应的掠射角。

##### 3.4

##### **VPD-TXRF 法 VPD-TXRF method**

通过 VPD 程序收集表面杂质的方法。用一滴收集试剂(通常是超纯氢氟酸)收集硅片表面上的氧化物经酸分解后形成的非挥发性产物,然后在污染程度最低的环境中干燥,最后形成的液滴残留物采用